

# EKSPLORASI TANAMAN FITOREMEDIATOR ALUMINIUM (Al) YANG DITUMBUHKAN PADA LIMBAH IPA PDAM TIRTA KHATULISTIWA KOTA PONTIANAK

Dery Diah Santriyana<sup>2</sup>, Ir. Rita Hayati, M.Si<sup>1</sup>, Ibu Isna Apriani, ST. M.Si<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Tanah, Universitas Tanjungpura, Pontianak

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Tanjungpura, Pontianak

Email : dery\_diah@yahoo.com

## ABSTRAK

Pembuangan limbah Instalasi Pengolahan Air Minum yang dilakukan secara terus-menerus ke badan air tanpa adanya upaya pengolahan terlebih dahulu dapat memicu menurunnya kualitas badan air. Limbah proses instalasi pengolahan air minum ini berpotensi sebagai pencemar karena banyaknya kandungan Aluminium (Al) dari limbah yang dibuang setiap harinya. Penelitian kajian pemanfaatan tumbuhan air sebagai pengendali limbah cair, dikenal dengan proses fitoremediasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efektivitas dari tanaman penyerap logam (Eceng gondok, Genjer dan Melati air) melalui proses fitoremediasi dalam menurunkan kandungan Al pada limbah instalasi pengolahan air minum PDAM Tirta Khatulistiwa Pontianak. Pengambilan sampel limbah dilakukan langsung pada pipa buangan IPAM PDAM Kota Pontianak, kemudian dilakukan pengukuran kandungan logam Al tahap awal (sebelum proses fitoremediasi). Selanjutnya dilakukan proses penanaman tanaman penyerap logam selama 70 hari dan kemudian dilakukan pengukuran kandungan Al tahap akhir untuk mengetahui efektivitas tanaman dalam menyerap logam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi Al pada limbah dari instalasi pengolahan air minum Kota Pontianak melebihi batas yaitu sebesar 314,74 mg/l. Tingkat efektivitas yang dihasilkan oleh masing-masing tanaman penyerap logam yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 96,46% untuk tanaman melati air, 80,21% untuk tanaman eceng gondok dan 94,65% untuk tanaman genjer. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tanaman melati air merupakan tanaman terbaik dalam menyerap logam Al pada limbah yang dihasilkan oleh instalasi pengolahan air minum PDAM Tirta Khatulistiwa Kota Pontianak.

Kata kunci : Limbah cair PDAM, Fitoremediasi, Logam Aluminium.

## ABSTRACT

*Disposal Waste Water Treatment Plant conducted continuously into water without prior treatment efforts, can lead and decreased water quality. Waste water treatment plant process is potentially as contaminants because of the aluminum ( Al ) contents waste disposed everyday. The research study about utilization of plant waste water as a control and the process known as phytoremediation. This study aims to determine the effectiveness of plant metal absorber (**Eichhornia crassipes Mart. Solms**, **Limnocharis flava**, **Echinodorus palaefolius var. Latifolius**) through the process of phytoremediation in lowering the Al contents in the waste water treatment plants of PDAM Tirta Khatulistiwa Pontianak. The Sampling was carried out directly on the waste discharge pipe of IPAM PDAM Pontianak, then measured the metal content of Al early stage ( before the phytoremediation process ). Then, performed the metal absorber crops for 70 days and then measured Al contents of the final stage of the effectiveness of plants to absorb metal. The results showed that the concentration of Al in the waste water treatment plant exceeds limit Pontianak City in the amount of 314,74 mg / l. Level of effectiveness produced by each plant metal absorber that used in this study is 96,46 % for **Echinodorus palaefolius var. Latifolius**, 80,21 % for **Eichhornia crassipes Mart. Solms** and 94,65 % for **Limnocharis flava**. It can be concluded that **Echinodorus palaefolius var. Latifolius** are the best plants in absorbing Al metallic on the waste generated by the water treatment plant of PDAM Tirta Khatulistiwa Pontianak.*

**Keywords:** Liquid waste of PDAM, Phytoremediation, Metal Aluminum.

## **1. PENDAHULUAN**

Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) merupakan salah satu infrastruktur yang berhubungan langsung dengan pertumbuhan penduduk suatu kota. Salah satu masalah pokok yang ditimbulkan dalam proses pengolahan air dalam menunjang kebutuhan masyarakat setempat yaitu dengan dihasilkannya limbah. Demikian juga yang terjadi di Kota Pontianak, laju pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat mengakibatkan bertambahnya kebutuhan akan air bersih yang harus diolah oleh PDAM setempat juga ikut meningkat. Hal ini memicu limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan instalasi air minum juga ikut meningkat. Limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan instalasi air minum tadi haruslah dikelola lebih lanjut agar tidak menjadi sumber pencemar ketika dibuang langsung ke badan air.

Sejak IPAM di PDAM Tirta Khatulistiwa Kota Pontianak beroperasi yaitu sekitar tahun 1962, limbah pengolahan instalasi air minum yang ditempatkan pada bak-bak penampungan belum pernah diolah oleh siapapun sebelumnya baik dari pihak PDAM itu sendiri maupun pihak-pihak lainnya, sehingga biasanya limbah yang dihasilkan akan langsung dibuang ke badan perairan. Adapun kapasitas air minum yang diolah dalam proses pengolahan air di Instalasi Pengolahan Air Minum PDAM Kota Pontianak sampai tahun 2012 diperkirakan sebesar  $\pm 91.584 \text{ m}^3/\text{hari}$  dari jumlah total 4 unit IPA yang beroperasi di Kompleks Imam Bonjol dimana pada jumlah ini terdapat volume limbah yang dihasilkan dari proses produksi air minum tadi yakni sekitar  $\pm 733 \text{ m}^3/\text{hari}$ .

Kemungkinan terjadinya kontaminasi didalam air akibat masuknya limbah IPAM ke badan air tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu dapat memberikan dampak negatif bukan hanya biota air tapi juga pada masyarakat sekitar yang menggunakan sumber air tersebut guna memenuhi kebutuhan sehari-harinya. Pemilihan parameter Aluminium (Al) dalam penelitian ini dipicu karena adanya penggunaan bahan baku tawas (alum) dalam proses penjernihan air baku yang digunakan pada instalasi pengolahan air minum. Dengan demikian perlu adanya usaha penanggulangan lebih lanjut untuk menurunkan parameter Al tersebut agar tidak berpotensi mencemari lingkungan terutama badan air. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam menanggulangi masalah terkait yaitu dengan menggunakan metode fitoremediasi.

Dari latar belakang inilah penulis mencoba memberikan solusi guna menurunkan kandungan Al dengan menerapkan metode fitoremediasi menggunakan beberapa jenis tanaman. Ketiga jenis tanaman yang dipilih yaitu eceng gondok, genjer dan melati air. Ketiga jenis tanaman ini dipilih karena mempunyai kemampuan dalam menurunkan kandungan pencemar pada air dan mempunyai nilai estetika yang baik terhadap lingkungan. Dari beberapa tanaman yang digunakan akan dipelajari bagaimana potensi dan tingkat keefektifan masing-masing tanaman dalam mereduksi kandungan logam Al pada limbah instalasi pengolahan air minum PDAM Kota Pontianak.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

Menurut Metcalf & Eddy dalam Supradata (2005) air limbah adalah cairan buangan dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lain yang mengandung bahan – bahan yang dapat membahayakan kehidupan manusia maupun makhluk hidup lain serta mengganggu kelestarian lingkungan. Limbah selalu ada di setiap unit pengolah air, apapun jenis dan bentuk teknologi pengolahannya, begitu pula pada Instalasi Pengolahan air Minum (IPAM) di PDAM

Kota Pontianak pun menghasilkan limbah yang volume hariannya relatif besar, bergantung pada debit air yang diolah dan konsentrasi kekeruhan air bakunya.

Fitoremediasi merupakan salah satu teknologi yang bersifat biologi, yaitu pemanfaatan jasa tumbuhan hijau dan ataupun mikroorganisme yang berasosiasi, untuk mengurangi polutan lingkungan, baik pada air, tanah, maupun udara, baik yang disebabkan oleh polutan metal maupun organik (Firdaus, 2000). Pada penelitian fitoremediasi di lapangan ada beberapa persyaratan bagi tanaman yang akan digunakan dalam penelitian tersebut. Tidak semua jenis tanaman dapat digunakan karena tidak semua tanaman dapat melakukan metabolisme, volatilisasi dan akumulasi semua polutan dengan mekanisme yang sama. Menurut Youngman dalam Yuniarti (2012), untuk menentukan tanaman yang dapat digunakan pada penelitian fitoremediasi dipilih tanaman yang memiliki sifat sebagai berikut :

1. Cepat tumbuh
2. Mampu mengkonsumsi air dalam jumlah yang banyak pada waktu yang singkat
3. Mampu meremediasi lebih dari satu polutan

Menurut Priyanto dan Prayitno dalam Yuniarti (2012) penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan dibagi menjadi 3 proses yang saling berkaitan yakni penyerapan logam oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain, dan lokalisasi logam pada bagian tertentu untuk menjaga agar tidak menghambat metabolisme yang terjadi pada tanaman tersebut.

Keuntungan fitoremediasi adalah dapat bekerja pada senyawa organik dan anorganik, prosesnya dapat dilakukan secara insitu dan eksitu, mudah diterapkan dan tidak memerlukan biaya yang tinggi, teknologi yang ramah lingkungan dan bersifat estetik bagi lingkungan, serta dapat mereduksi kontaminan dalam jumlah yang besar. Sedangkan kerugian fitoremediasi ini adalah prosesnya memerlukan waktu lama, bergantung kepada keadaan iklim, dapat menyebabkan terjadinya akumulasi logam berat pada jaringan dan biomasa tumbuhan, dan dapat mempengaruhi keseimbangan rantai makanan pada ekosistem (Zynda, 2001).

### **3. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Pengambilan Limbah Pengolahan Instalasi Air Minum PDAM Kota Pontianak**

Pengambilan limbah PDAM dilakukan pada awal November 2012 tepatnya siang hari pada saat sungai Kapuas dalam kondisi pasang. Pengambilan limbah dilakukan secara langsung pada pipa buangan limbah PDAM kemudian limbah dimasukkan dalam jerigen yang telah dipersiapkan sebagai wadah penyimpanan sementara. Setelah pengambilan limbah selesai, dilakukan pengukuran pH dan temperatur pada limbah secara langsung di Laboratorium Bagian Produksi PDAM Tirta Khatulistiwa Kota Pontianak.

#### **B. Uji Kandungan Aluminium (Al) pada Limbah**

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap kandungan Al pada limbah IPAM PDAM Tirta Khatulistiwa Pontianak. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa tingkat konsentrasi parameter Al yang terkandung pada limbah sebelum dilakukan proses Fitoremediasi. Konsentrasi Al pada limbah dapat diukur melalui 2 cara pengujian yaitu pengujian konsentrasi Al dalam bentuk total (Yang tersedia dan yang tidak tersedia) dan pengujian konsentrasi Al dalam bentuk terlarut (yang tersedia). Pengujian konsentrasi Al dalam bentuk total menggunakan

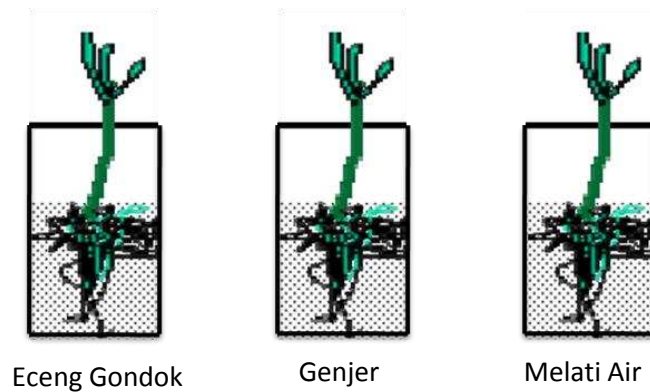
metode destruksi melalui beberapa penyaringan yang kemudian diukur kandungan logamnya menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)-nyala.

Metode pengujian ini digunakan untuk menentukan logam Al terlarut dan total dalam air dan air limbah secara spektrofotometri serapan atom (SSA)-nyala pada kisaran kadar 5 mg/l sampai dengan 100 mg/l dengan panjang gelombang 309,3 nm. Sedangkan untuk pengujian konsentrasi Al dalam bentuk terlarut, pengujian dilakukan menggunakan tambahan dari beberapa variasi bahan kimia yang kemudian diukur kandungan logamnya menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)-nyala tadi. Pengujian konsentrasi Al ini dilakukan di Laboratorium Analisis Lingkungan di Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Pontianak.

### **C. Proses Fitoremediasi**

Pengujian kandungan logam pada tanaman dimana sampel tanaman penyerap logam yang digunakan dalam proses ini yaitu tanaman eceng gondok, genjer dan melati air. Tanaman penyerap logam yang digunakan dalam proses fitoremediasi tidak berasal dari benih/bibit melainkan tanaman yang sudah tumbuh sebelumnya dengan perkiraan tinggi rata-rata tanaman yaitu sekitar 15-30 cm untuk tanaman eceng gondok dan genjer, dan sekitar 40 cm untuk tanaman melati air. Pada setiap wadah yang digunakan ditempatkan 2-3 tanaman dari masing-masing jenis (misalnya pada wadah 1 dimasukkan eceng gondok yang memiliki ketinggian yang hampir sama sebanyak 2 tanaman begitu pula selanjutnya). Perbedaan banyaknya jumlah daun pada masing-masing jenis tanaman tidak diperhitungkan dalam penelitian ini tapi lebih disesuaikan dengan banyaknya jumlah tanaman yang digunakan pada masing-masing wadah pada setiap jenis tanaman. Pada tahapan proses fitoremediasi ini, kemampuan tanaman dalam menyerap logam terjadi pada akar. Adapun tahapan yang dilakukan dalam uji fitoremediasi yaitu sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan wadah/tempat untuk media limbah yang digunakan dalam proses fitoremediasi. Wadah yang digunakan berupa ember plastik berukuran sedang sebanyak 6 buah wadah plastik yang dapat dijumpai di pasar-pasar terdekat.
- 2) Pengisian media yang berasal dari limbah IPAM PDAM Tirta Khatulistiwa Pontianak pada masing-masing wadah yang telah dipersiapkan sebelumnya sebanyak  $\pm$  3 liter.
- 3) Menyiapkan dan memilih tanaman penyerap logam yang akan digunakan dalam proses fitoremediasi (tanaman eceng gondok, genjer dan melati air) yang diperkirakan memiliki ketinggian rumpun sekitar 15-40 cm dengan jumlah tanaman yang sama pada masing-masing wadah.
- 4) Tanaman penyerap logam yang telah dipilih ditanam dalam masing-masing wadah yang telah dipersiapkan sebelumnya.
- 5) Rangkaian percobaan dapat ditunjukkan pada gambar 1.



**Gambar 1.** Rangkaian Percobaan

- 6) Pemeliharaan tanaman akan dilakukan selama 70 hari ( $\pm 2$  bulan)
- 7) Penelitian dilakukan dua kali ulangan (duplo).

#### **D. Pengukuran Penurunan Konsentrasi Kontaminan pada Limbah**

Pada tahap ini dilakukan pengujian akhir terhadap kandungan Al pada limbah instalasi pengolahan air minum PDAM Tirta Khatulistiwa Pontianak setelah dilakukan proses fitoremediasi. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa konsentrasi Al yang terkandung pada limbah setelah dilakukan proses Fitoremediasi. Uji kandungan Al ini dilakukan di Laboratorium Analisis Lingkungan di Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Pontianak. Setelah mengetahui tingkat konsentrasi Al pada masing-masing tanaman, maka dapat diketahui tingkat efektivitas dari masing-masing tanaman dalam menyerap logam Al yang terkandung pada limbah.

#### **E. Analisa Hasil**

Analisa hasil yang dilakukan yakni mengetahui konsentrasi tanaman dalam upaya menyerap logam Al yang terkandung dalam limbah dan ini disajikan dalam bentuk tabel dan grafik sehingga dapat dilihat penurunan konsentrasi logam Al pada masing-masing tanaman.

### **4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Kualitas Limbah Cair PDAM**

Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) yang terdapat di PDAM Tirta Khatulistiwa Kota Pontianak merupakan satu-satunya IPAM yang melayani kebutuhan air minum bagi masyarakat Kota Pontianak. Sistem penyediaan air minum yang dikelola oleh PDAM Kota Pontianak merupakan suatu rangkaian dari unit pengolahan sistem yang berasal dari sumber air hingga mencakup sistem distribusi air yang terolah guna melayani kebutuhan konsumen. Sistem pengolahan air minum yang diterapkan di PDAM Kota Pontianak Khususnya PDAM Tirta Khatulistiwa Pontianak menggunakan pengolahan konvensional dengan sistem pengolahan lengkap mulai dari sumber air baku sampai ke reservoir.

Keberadaan limbah (*sludge*) pada setiap unit pengolahan air dapat diekspresikan sebagai banyaknya buangan limbah yang dihasilkan dari proses pembuangan air produksi. Sama halnya yang terjadi di IPAM PDAM Kota Pontianak yang menghasilkan limbah (*sludge*) sekitar  $\pm 733$

m<sup>3</sup>/hari dimana jumlah limbah (*sludge*) ini dapat bervariasi tiap harinya tergantung dari debit air yang diolah dan konsentrasi kekeruhan air bakunya.

Sebagai limbah dari pengolahan air, limbah (*sludge*) yang dibuang langsung ke badan air dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan khususnya bagi biota perairan tersebut. Penggunaan Aluminium Sulfat Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>) sebagai bahan koagulan yang digunakan dalam unit koagulasi memicu terjadinya akumulasi aluminium di perairan yang berdampak bagi lingkungan dan kesehatan. Berdasarkan hasil pengukuran laboratorium dengan menggunakan teknik analisis spektrofotometri yaitu *Atomic Absorption Spectrophotometric* (AAS) didapat kandungan Al Total yang terdapat pada limbah cair PDAM Kota Pontianak sebesar 314,74 mg/l dengan pH sebesar 5,67 dan suhu limbah cair yaitu 28,4 °C. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tanggal 19 April 2010 tentang persyaratan kualitas air minum bahwa kadar maksimum untuk logam Al adalah 0,2 mg/l.

#### **B. Kondisi Fisik Limbah dan Tanaman**

Karakteristik limbah cair PDAM Pontianak berbentuk cair dengan warna kecoklatan. Limbah cair PDAM ini berupa flok yaitu kimflok (*chemiflocc*) dimana kondisi air sebagai sumber air baku yang memiliki tingkat kekeruhan yang cukup tinggi sehingga didominasi oleh koloid. Koloid yang terbentuk dihasilkan dari padatan kasar (*coarse solid*) maupun padatan tersuspensi (*suspended solid*).

Menurut Prasetyono (2011) dalam Haryati, dkk (2012) ion logam tidak sepenuhnya terakumulasi oleh tanaman, karena ion logam dapat berpindah dari media tanam (limbah) melalui proses penguapan, dimana ion tersebut berikatan dengan oksigen membentuk ion-ion baru. Hal tersebut terjadi karena tingginya suhu yang berpengaruh pada kadar oksigen pada media tanam. Semakin tinggi suhu maka kadar oksigen akan semakin berkurang. Oksigen ikut bereaksi dengan air pada media tanam dan akan berikatan dengan ion logam. Begitu pula yang terjadi pada limbah IPAM PDAM, setelah dilakukan proses fitoremediasi terjadi pengurangan volume limbah pada tiap wadah, hal ini dikarenakan adanya proses penguapan yang dilakukan oleh masing-masing tanaman sehingga volume limbah pada masing-masing wadah menjadi berkurang.

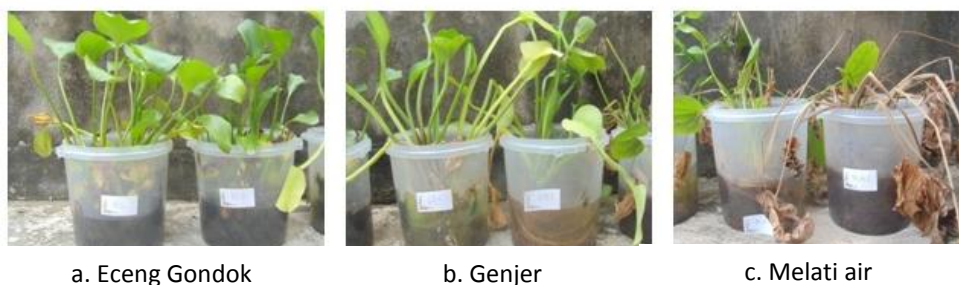
Hasil percobaan pendahuluan adaptasi pada tanaman penyerap logam yang digunakan terhadap limbah cair dari proses instalasi pengolahan air PDAM Kota Pontianak menunjukkan pertumbuhan yang cukup baik. Hal ini terlihat dari pemantauan secara visual dari masing-masing tanaman yang digunakan mencapai 100% hidup (Gambar 2).



**Gambar 2.** Kondisi tanaman sebelum dilakukan proses fitoremediasi

Hanya saja setelah dilakukan proses fitoremediasi kemampuan tanaman dalam menyerap logam cukup besar sehingga menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi terhambat dan perlahan tanaman menunjukkan gejala fitotoksisitas yang menjadikan daun pada tanaman menguning dan akhirnya kering. Penurunan laju pertumbuhan tanaman terjadi karena logam masuk dalam sel dan berikatan dengan enzim sebagai katalisator, sehingga reaksi kimia di sel tanaman akan terganggu. Gangguan dapat terjadi pada jaringan epidermis, sponsa dan palisade. Kerusakan tersebut dapat ditandai dengan nekrosis dan klorosis yang terlihat pada tanaman. Hal ini dikategorikan sebagai efek toksisitas pada tanaman (Palar, 2004 dalam Haryati, dkk., 2012).

Dilihat dari fisik terhadap ketiga tanaman penyerap logam yang digunakan setelah dilakukan proses fitoremediasi dalam kurun waktu dua bulan terjadi perubahan pada kondisi fisik tanaman terutama pada eceng gondok pada tanaman eceng gondok terjadi pertumbuhan tanaman baru dimana perubahan tinggi pada tanaman yang semula hanya 16 cm menjadi sekitar 20-30 cm. Hal ini tidak terjadi pada tanaman genjer dan melati air, kedua tanaman ini tidak memberikan perubahan secara visual. Untuk ketiga tanaman mengalami gejala pertumbuhan yang berbeda dari tanaman normal. Pengamatan morfologi terhadap ketiga tanaman tersebut memperlihatkan warna daun muda yang menjadi menguning, yang sangat nampak sekali terlihat pada tanaman melati air dan genjer (Gambar 3b dan Gambar 3c) sedangkan untuk tanaman eceng gondok hanya sedikit yang memperlihatkan gejala tersebut (Gambar 3a).



**Gambar 3.** Kondisi tanaman setelah dilakukan proses fitoremediasi

Biasanya gejala toksisitas diperlihatkan oleh ukuran daun yang menjadi lebih kecil dan warna daun menjadi kuning. Hal ini menunjukkan adanya penghambatan terhadap pembentukan klorofil. Kehadiran logam (khususnya logam Al) mengambil bagian terhadap terganggunya proses fotosintesis karena terganggunya enzim yang berperan terhadap biosintesis klorofil (Singh, 1995 dalam Haryati, dkk., 2012).

### **C. Konsentrasi Al Total Pada Limbah Lumpur IPAM Setelah Proses Fitoremediasi**

Berbagai penemuan tentang hal tersebut telah dikemukakan oleh para peneliti, baik yang menyangkut proses terjadinya penjernihan limbah, maupun tingkat kemampuan beberapa jenis tanaman air. Hal tersebut antara lain dikemukakan oleh Stowell (2000) dalam Syafrani (2007), yang menyatakan bahwa tanaman air memiliki kemampuan secara umum untuk menetralkan komponen-komponen tertentu di dalam perairan, dan hal tersebut sangat bermanfaat dalam proses pengolahan limbah cair. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan tanaman air untuk menyaring bahan-bahan yang larut di dalam limbah cair berpotensi untuk dijadikan bagian dari usaha pengolahan limbah cair terutama dalam kasus limbah cair dari proses instalasi pengolahan air minum di PDAM Kota Pontianak.

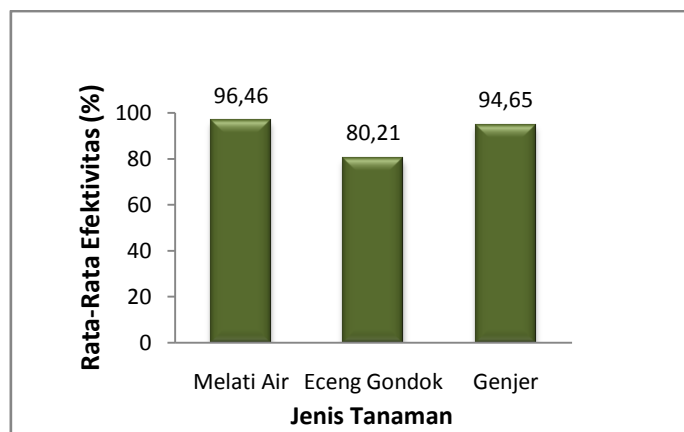
Hasil analisa Al total terhadap sampel limbah pengolahan instalasi PDAM Kota Pontianak sebelum dilakukan proses fitoremediasi menunjukkan konsentrasi yang tinggi melebihi batas yang ditetapkan oleh Keputusan Menteri Kesehatan No. 492/Menkes/Per/IV/2010 yaitu sebesar 314,74 mg/l.

Untuk mengetahui hasil analisa Al (Al) dengan AAS terhadap sampel limbah pengolahan instalasi PDAM Kota Pontinak setelah dilakukan proses fitoremediasi dapat dilihat pada Tabel 1. Dari tabel 1 terlihat bahwa ketiga jenis tanaman penyerap logam yang digunakan dalam proses fitoremediasi memiliki kemampuan yang baik dalam menyerap logam. Hal ini dapat dilihat dari hasil analisis pengukuran konsentrasi Al setelah dilakukan proses fitoremediasi selama 70 hari.

**Tabel 1.** Konsentrasi Al Total pada limbah IPAM setelah dilakukan proses fitoremediasi

No	Tanaman	Konsentrasi Al Awal (mg/l)	Konsentrasi Al Akhir (mg/l)	Efektivitas (%)
1	Melati Air 1	314,74	4,699	98,53
2	Melati Air 2		17,6941	94,38
3	Eceng Gondok 1		102,4720	67,44
4	Eceng Gondok 2		22,1414	92,97
5	Genjer 1		12,6908	95,97
6	Genjer 2		21,0296	93,32

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa tanaman melati air memiliki tingkat efektivitas paling baik dalam menyerap logam Al dengan tingkat efektivitas masing-masing sebesar 98,53% dan 94,83%. Untuk melihat lebih jelas mengenai rata-rata efektivitas masing-masing tanaman dalam menyerap logam Al disajikan pada Gambar 6.



**Gambar 4.** Rata-rata efektivitas tanaman dalam menyerap logam Al

Dari Gambar 6 dapat dilihat tingkat rata-rata efektivitas tanaman yaitu melati air, eceng gondok dan genjer berturut-turut adalah 96,46%, 80,21%, dan 94,65%. Diantara ketiga jenis tanaman ini yang memiliki tingkat efektivitas paling baik adalah tanaman melati air dengan efektivitas sebesar 96,46%.



Dengan melihat kondisi fisik tanaman, gejala toksisitas yang dialami oleh tanaman melati air ini terbilang cukup tinggi, hal ini dapat dilihat dari perubahan visual tanaman yang menjadi layu dengan daun yang menguning. Semakin banyaknya logam yang diserap oleh tanaman melati air mengakibatkan kemampuan menyerap pada tanaman telah memasuki masa jenuh dan pada akhirnya tanaman tersebut tidak mampu lagi menyerap logam sehingga mengakibatkan tanaman mengalami toksisitas yang cukup tinggi dan pada akhirnya mati. Sedangkan untuk tanaman eceng gondok dan genjer meskipun kedua jenis tanaman ini memiliki tingkat efektivitas yang baik dalam menyerap logam Al tapi kemampuan menyerap logam Al pada tanaman melati air jauh lebih baik.

Salah satu penelitian menunjukkan bahwa tanaman genjer mampu mengakumulasi logam Pb melalui akar dan menyebarkan ke seluruh organ tubuhnya. Akumulasi logam oleh tanaman Genjer berlangsung melalui akar dan akan disebarkan ke seluruh organ tubuhnya hingga ke daun (Salisbury dan Ross, 1995 dalam Haryati, dkk., 2012). Begitu pula yang terjadi pada ketiga jenis tanaman tadi. Ketiga jenis tanaman yang digunakan dalam penelitian ini mampu mengakumulasi logam Al melalui akar dan menyebarkan ke seluruh organ tubuhnya. Hal ini dibuktikan dengan berkurangnya konsentrasi Al pada media tanam (Tabel 1).

Tingkat efektivitas dari suatu tanaman dalam menyerap bahan pencemar dapat diidentifikasi dari akar serabut yang dimiliki oleh tanaman tersebut. Tanaman air yang mengapung pada permukaan air mempunyai akar serabut yang lebat. Akar serabut memiliki banyak rambut akar dengan ukuran yang kurang lebih sama besar dan keluar dari pangkal akar menyebar ke samping dan ke segala arah. Akar serabut membentuk cabang dengan ukuran percabangan yang tidak terlalu berbeda (Tjitrosoepomo, 2007 dalam Haryati, dkk., 2012). Ketiga jenis tanaman yang digunakan memiliki akar serabut yang berbeda dan pada kasus ini melati air memiliki akar serabut yang lebih banyak sehingga memungkinkan mempunyai kemampuan menyerap logam Al lebih banyak dan lebih efektif.

Kemampuan tanaman air dalam menyerap logam dapat terjadi karena selain akar yang berfungsi dalam menyerap bahan-bahan yang terdapat dalam media air, batang yang terendam air juga ternyata termodifikasi juga dalam menyerap, menyaring bahan-bahan yang tersuspensi dalam air. Terdapat beberapa mekanisme dalam interaksi antara logam berat dengan tumbuhan, yaitu tumbuhan mampu mengeluarkan eksudat akar seperti asam amino, asam-asam organik atau senyawa lain yang dapat langsung mengakumulasi logam berat. Tumbuhan mampu menstabilkan logam berat pada sistem perakarannya atau tumbuhan menyerap logam berat dan diakumulasi ke dalam jaringan tubuhnya (Arman dan Nisma).

Pada dasarnya ketiga jenis tanaman yang digunakan dalam menyerap logam Al merupakan agen fitoremediator, hal ini dapat dilihat dari efektivitas dari masing-masing tanaman menunjukkan angka yang cukup baik, hanya saja ketahanan untuk bertahan hidup oleh masing-masing tanaman menunjukkan adanya perbedaan. Meskipun tanaman melati air memiliki tingkat efektivitas yang paling baik dalam menyerap logam dalam penelitian ini, hal ini berbanding terbalik dengan ketahanan hidup yang dimiliki oleh tanaman ini, dimana setelah melalui proses fitoremediasi selama 70 hari tanaman melati air dan genjer menunjukkan ketidakmampuannya bertahan hidup dengan ditandai daun-daun yang menguning dan mengering. Lain halnya dengan eceng gondok, tanaman ini menunjukkan pertahanan hidup yang cukup baik. Eceng gondok memiliki biomaterial seperti protein yang dapat mengakumulasi logam berat (Annisa P.2006 dalam Arman dan Nisma (2008)).

## 5. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Dari penelitian penyerapan logam Aluminium (Al) oleh beberapa tanaman penyerap logam seperti eceng gondok (*Eichornia crasipes*), genjer (*Limnocharis flava*) dan melati air (*Echinodorus palaefolius*) melalui proses fitoremediasi terhadap limbah instalasi pengolahan air minum PDAM Tirta Khatulistiwa Kota Pontianak, dapat disimpulkan bahwa :

1. Karakteristik limbah IPAM PDAM Tirta Khatulistiwa Pontianak berbentuk cair dengan warna kecoklatan yang didominasi oleh koloid dengan konsentrasi Al awal sebesar 314,74 mg/l.
2. Tingkat rata-rata efektivitas dari masing-masing tanaman dalam menyerap logam Al berturut-turut yaitu 96,46% untuk tanaman melati air, 94,65% untuk tanaman genjer dan 80,21% untuk tanaman eceng gondok.
3. Tanaman melati air merupakan tanaman yang paling baik dalam menyerap logam Al untuk kasus penurunan kandungan Al pada limbah yang dihasilkan oleh instalasi pengolahan air minum PDAM Tirta Khatulistiwa Kota Pontianak.

### Ucapan Terima Kasih

Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada : Ibu Ir. Rita Hayati, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama, Ibu Isna Apriani, ST., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Pendamping serta kepada Dosen Penguji Ibu Rizki Purnaini, ST., MT. dan Bapak Winardi Yusuf ST., MT. sebagai penguji utama dan penguji pendamping.

### Referensi

- Firdaus, L.N. 2000. **Teknologi Fitoremediasi Lingkungan**.  
[http://www.terranet.or.id/goto\\_berita.php?id=14350](http://www.terranet.or.id/goto_berita.php?id=14350). Diakses tanggal 8 Maret 2012.
- Haryati, M., et all. 2012. **Kemampuan Tanaman Genjer (*Limnocharis Flava* (L.) Buch.) Menyerap Logam Berat Timbal (Pb) Limbah Cair Kertas Pada Biomassa dan Waktu Pemaparan Yang Berbeda**. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Surabaya. Vol. 1 : 131-138.
- Nisma, F. dan Budi. A. 2008. **Seleksi Beberapa Tumbuhan Air Sebagai Penyerap Logam Berat Cd, Pb, Cu di Kolam Buatan FMIPA UHAMKA**, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka
- Supradata. 2005. **Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias *Cyperus alternifolius*, L. Dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF – Wetlands)**. Magister Ilmu Lingkungan. Bandung.
- Syafrani. 2007. **Kajian Pemanfaatan Media Penyaring dan Tumbuhan Air Setempat Untuk Pengendalian Limbah Cair Pada Sub-DAS Tapung Kiri Provinsi Riau**. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Yuniarti, S. I. 2012. **Seleksi Tumbuhan Remediator Logam Kromium Di daerah Industri Sukaregang Garut**. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Zynda, T. 2001. **Phytoremediation**. Michigan State University The Technical Assistance for Brownfield Communities (TAB) Program.

